

de A 325 DE 1066 DE 1066 Dr. Hellmuth 16.07.96

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑪ DE 2822096 C2

⑤1 Int. Cl. 4:  
B 01 F 5/06  
B 01 F 5/02  
B 01 F 7/00

②1 Aktenzeichen: P 28 22 096.4-23  
②2 Anmeldetag: 20. 5. 78  
④3 Offenlegungstag: 22. 11. 79  
④5 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 11. 6. 87

K - RP  
Patentabteilung  
11. JUN. 1987  
EINGANG  
BAYER AG LEVERKUSEN

Dr. H. Imhäuser  
30.  
9.10.87  
Eb

DE 2822096 C2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:  
Bayer AG, 5090 Leverkusen, DE  
*Dr. J. Jahn 18.10.96 CW*

⑦2 Erfinder:  
Imhäuser, Günter, 5000 Köln, DE; Brauner, Dieter,  
5650 Solingen, DE; Muschelkautz, Edgar, Prof. Dr.,  
5090 Leverkusen, DE  
⑤6 Im Prüfungsverfahren entgegengehaltene  
Druckschriften nach § 44 PatG:  
CH 5 47 120

⑤4 Einsatz für Mischer und dessen Verwendung in statischen und dynamischen Mischern

Kopie  
GEBRÜDER SULZER AG  
15.06.87

DE 2822096 C2

10A 18900

1. Einsatz für Mischer, wobei das zu mischende Gut an einem Ende zuströmt und am anderen Ende abströmt, mit Kanälen, die in parallelen Ebenen verlaufen, wobei in jeder Ebene die Kanäle parallel zueinander verlaufen, wobei der Kanal einer Ebene und die in diese Ebene projizierte Achse des Einsatzes einen Winkel  $\alpha$  bilden, wobei der Winkel  $\alpha$  in aufeinanderfolgenden Ebenen abwechselnd einmal positiv und einmal negativ ist, und wobei die Kanäle benachbarter Ebenen an ihren Kreuzungspunkten miteinander in Verbindung stehen, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Einsatz (1, 16) aus Vollmaterial hergestellt ist, daß der Winkel  $\alpha$  vorzugsweise 30° bis 60° beträgt und daß die Querschnitte der Kanäle (3, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 19, 20, 23, 24) so groß sind, daß sich die Kanäle (3, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 19, 20, 23, 24) benachbarter Ebenen an ihren Kreuzungspunkten (11, 14) bis zu 40%, vorzugsweise 10% bis 30%, überdecken.
2. Einsatz nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß er eine zylindrische Form aufweist.
3. Einsatz nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanäle aus zylindrischen Bohrungen (3, 5, 6, 7, 8, 24) gebildet sind und die Überdeckung benachbarter Kanäle (3, 5, 6, 7, 8, 24) an ihren Kreuzungspunkten (11, 14) mindestens 10% beträgt.
4. Einsatz nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanäle die Querschnittsform von Langlöchern oder Schlitz (12, 13, 23) haben.
5. Einsatz nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Schnitt durch einen Einsatz senkrecht zu einer Schar Kanäle die Kanäle (12, 13) übereinander liegen.
6. Einsatz nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Schnitt durch den Einsatz senkrecht zu einer Schar Kanäle die Kanäle versetzt, vorzugsweise auf Lücke (23, 24), angeordnet sind.
7. Verwendung der Einsätze nach den Ansprüchen 1 bis 6 in statischen Mixern.
8. Statischer Mischer nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Einsätze nach den Ansprüchen 1 bis 6 hintereinander angeordnet sind, wobei die Einsätze so gegeneinander verdreht sind, daß die Ebenen, in denen die Kanäle liegen, von zwei aufeinanderfolgenden Einsätzen vorzugsweise senkrecht aufeinander stehen.
9. Statischer Mischer nach den Ansprüchen 7 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Einsätzen nach den Ansprüchen 1 bis 5 Zwischenräume in einem Abstand bis vorzugsweise 5mal dem Durchmesser der Elemente vorhanden sind.
10. Statischer Mischer nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß in den Zwischenräumen Lochplatten oder Drahtgestricke vorhanden sind.
11. Verwendung des Einsatzes nach Ansprüchen 2 bis 6 in dynamischen Mixern, wobei der Einsatz in einem Gehäuse rotiert und die äußeren Kanäle (12, 20) so angeordnet sind, daß in der Kanalmitte noch mindestens die Hälfte der ursprünglichen Kanalquerschnittsfläche vorhanden ist.
12. Verwendung des Einsatzes nach Ansprüchen 2 bis 6 als vorderen Fortsatz einer Extruderwelle.

Die Erfindung betrifft einen Einsatz für Mischer, wobei das zu mischende Gut an einem Ende zuströmt und am anderen Ende abströmt, mit Kanälen, die in parallelen Ebenen verlaufen, wobei in jeder Ebene die Kanäle parallel zueinander verlaufen, wobei der Kanal einer Ebene und die in diese Ebene projizierte Achse des Einsatzes einen Winkel  $\alpha$  bilden, wobei der Winkel  $\alpha$  in aufeinanderfolgenden Ebenen abwechselnd einmal positiv und einmal negativ ist, und wobei die Kanäle benachbarter Ebenen an ihren Kreuzungspunkten miteinander in Verbindung stehen, sowie die Verwendung dieses Einsatzes in statischen und dynamischen Mixern.

Dieser aus der CH-PS 5 47 120 bekannte Mischereinsatz besteht vorzugsweise aus geriffelten Lamellen, welche sich gegenseitig berühren, wobei die Riffelung mindestens von zwei benachbarten Lamellen einen Winkel gegen die Hauptfließrichtung der fließfähigen Stoffe aufweist. Derartige Einsätze sind zwar leicht herstellbar, aber nicht stabil genug, um höhere Druckverluste abzufangen. Somit ist ihr Anwendungsbereich begrenzt.

In der DE-AS 23 28 795 und der DE-OS 25 22 106 sind Mischelemente beschrieben, die aus sich kreuzenden Platten mit eingefrästen Stegen bestehen, sowie ähnlich wirkende, andere Elemente, die aus sich kreuzenden Stegen bestehen, welche an einem quer durch das Gehäuse sich erstreckenden Verbindungssteg angeordnet sind, mit dem sie ein einziges Stück bilden. Die Platten und die Stege solcher Elemente sind verhältnismäßig dünnwandig und gewöhnlich nur an einzelnen Stellen miteinander verbunden, in der Regel verschweißt oder verlötet. Die Einzelemente haben Länge/Durchmesser-Verhältnisse von 1 bis 3, und der Druckverlust ist bei laminarer Durchströmung ca. 20- bis 50mal größer als bei einem leeren Rohr gleichen Durchmessers. Werden solche Elemente beispielsweise am Ende von Extrudern unmittelbar nach der Welle in das Gehäuse eingebaut, können bei den Durchsätzen und Viskositäten üblicher Polymerschmelzen die Mischeinsätze infolge Überschreitens der mechanischen Festigkeit zerstört werden.

Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung eines Einsatzes für Mischer, der stabil genug ist, Druckverluste längs des Mixers von mindestens 100 bar auszuhalten. Es sollen jedoch die Vorteile bekannter Einsätze bzw. Mischer, insbesondere die hohe Mischgüte bei kurzer Bauweise, erhalten bleiben.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß der Einsatz aus Vollmaterial hergestellt ist, daß der Winkel  $\alpha$  vorzugsweise 30° bis 60° beträgt und daß die Querschnitte der Kanäle so groß sind, daß sich die Kanäle benachbarter Ebenen an ihren Kreuzungspunkten bis zu 40%, vorzugsweise 10% bis 30%, überdecken.

Weitere erfindungsgemäße Ausbildungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Statt einer Verstärkung der Materialdicke bekannter Elemente und dem Verschweißen der Kreuzungspunkte, was problematisch und teuer ist, wird die benötigte hohe Festigkeit der Elemente bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung dadurch erzielt, daß das Mischelement aus einem massiven, vorzugsweise zylindrischen Metallblock hergestellt wird. Technisch in Frage kommen Einsätze mit einem Durchmesser von 1 bis 100 cm; sie halten auch einseitige Drucke von 100 bar sicher aus. Die Länge eines erfindungsgemäßen Einsatzes ist in einem bevorzugten Bereich 1 bis 4mal so lang wie der Durchmesser. Die Mischeinsätze können sowohl in statischen als auch in dynamischen Mixern verwendet werden.

Die Mischung so gut wie zylindrisch 2mal größer Läßt Mischen, die sich

Die Mischwirkung der neuen Elemente ist mindestens so gut wie die der bekannten Elemente mit sich kreuzenden Platten oder Stegen; der Druckverlust ist bei zylindrischen Bohrungen etwa 4mal, bei Schlitten etwa 2mal größer.

Läßt man einen erfindungsgemäßen zylindrischen Mischeinsatz in einem entsprechenden Gehäuse rotieren, so erhält man einen dynamischen Mischer, wobei die Wirkung immer auch zum Teil wie bei einem statischen Mischer ist. Weiter wurde gefunden, daß man bei genügend großer Drehzahl des Extruders eine noch bessere Mischwirkung erzielen kann, wenn man ein erfindungsgemäßes Element, das eine Länge von 2 bis 4 Durchmessern hat, vorne an der Extruderwelle anbringt und mitrotieren läßt. In diesem Fall eines halb statisch, halb dynamisch wirkenden Mischers müssen die Bohrungen oder Schlitz so angeordnet sein, daß die seitlich äußersten Kanäle als offene Nuten erscheinen und bei der Drehung wie Teilstücke von Schneckenängen wirken.

In Fällen, wo außer der Quervermischung auch eine gewisse Längsvermischung erforderlich ist, läßt sich die Gesamtmischwirkung erheblich verbessern, wenn die äußeren Nuten als Gewinde- oder Schneckenängen zurückfördern. Der Druckverlust ist dann natürlich größer als bei fest eingebauten Elementen. Wenn nur eine Quervermischung verlangt ist, sollten die Elemente mitfördernd ausgelegt sein. Fördern diese Gänge in Hauptstromrichtung vorwärts, wird der Druckverlust bedeutend niedriger als bei statischen Einbauten. Die Mischwirkung ist aber besser als bei statischem Einbau. Wenn die Umfangsgeschwindigkeit des drehenden Mischelementes ein Vielfaches, mindestens das doppelte der auf das Leerrohr bezogenen mittleren Druckströmungsgeschwindigkeit ist, ist die Mischwirkung ungefähr so gut wie die von vier hintereinander angeordneten statischen Mischelementen.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist in der Zeichnung dargestellt und im folgenden beispielhaft weiter beschrieben. Es zeigt

Fig. 1 Draufsicht auf ein zylindrisches Mischelement mit zylindrischen Kanälen.

Fig. 2 Längsschnitt durch ein zylindrisches Mischelement (Schnittlinie A-B in Fig. 1).

Fig. 3 Längsschnitt durch ein zylindrisches Mischelement (Schnittlinie C-D in Fig. 1).

Fig. 4 schematische Darstellung der überlappenden Kanäle an Kreuzungspunkte,

Fig. 5 schematische Darstellung der überlappenden Kanäle am Randbereich des Mischers (in Blickrichtung 4 in Fig. 2).

Fig. 6 Seitenansicht eines Mischelementes, wobei der Kanalquerschnitt die Form eines Langlochs hat,

Fig. 7 Aufsicht auf das Mischelement in Fig. 6,

Fig. 8 Längsschnitt durch Mischelement von Fig. 6 (Schnittlinie G-H in Fig. 7).

Fig. 9 Schnitt durch das Mischelement in Fig. 6 (Schnittlinie E-F in Fig. 6).

Fig. 10 schematische Darstellung der überlappenden Kanäle bei einem Kreuzungspunkt,

Fig. 11 Schematische perspektivische Darstellung eines rotierenden Mischelementes,

Fig. 12 Längsschnitt durch ein rotierendes Mischelement,

Fig. 13 Seitenansicht eines Mischelementes mit versetzten Schlitten,

Fig. 14 Schnitt durch ein Mischelement nach Fig. 13 (Schnittlinie I-K in Fig. 13).

Fig. 15 Mischelemente mit sich kreuzenden zylindrischen Bohrungen, die der Höhe nach gestaffelt angeordnet sind,

Fig. 16 Schnitt durch ein Mischelement nach Fig. 15 (Schnittlinie L-M in Fig. 15).

Fig. 1 zeigt die Draufsicht auf den gebohrten, massiven Metallzylinder 1. Schräg zur Zylinderachse 2 verlaufen zylindrische Kanäle 3. Die Kanäle 3 liegen alle in Ebenen, die in diesem Beispiel parallel zu den Linien A-B bzw. C-D sind. Die Kanäle 3 sind in einer Ebene zueinander aber nicht zur Zylinderachse 2 parallel. Es ist erkennbar, daß sich die Querschnitte zweier sich kreuzender Kanäle teilweise überdecken.

In den Schnitten A-B bzw. C-D in den Fig. 2 und 3 sind die gleichen Bezugszeichen wie in Fig. 1 verwendet. In die Schnittebene ist jeweils auch die Zylinderachse 2 projiziert. Die Kanäle 3 in der Ebene A-B sind zu der Zylinderachse um den Winkel  $+\alpha$  geneigt. Auch in dem Schnitt in Fig. 3 beträgt die Neigung der Kanäle zur Zylinderachse betragsmäßig  $\alpha$ ; jedoch ist die Neigung umgekehrt, so daß dort der analoge Winkel mit  $-\alpha$  bezeichnet ist. Der Abstand zweier benachbarter Ebenen ist mit  $a$  bezeichnet; der Durchmesser  $d$  eines Kanals ist größer als  $a$ . Die kleine Halbachse der Ellipse in Fig. 1 ist identisch mit dem Radius eines Kanals 3.

In Fig. 4 ist die Überlappung der zylindrischen Kanäle 3 an den Kreuzungspunkten noch einmal schematisch dargestellt. Man hat sich hier vorzustellen, daß beispielsweise die Kanäle 5 und 6 von vorne links nach hinten rechts verlaufen, während die Kanäle 7 und 8 von vorne rechts nach hinten links verlaufen und sie sich in der Zeichenebene sowie in anderen dazu parallelen Ebenen darunter und darüber teilweise überdecken. Die Überdeckung sollte vorzugsweise zwischen 10 und 30% liegen.

Ein schematischer Ausschnitt aus der Seitenwand des Mischelements in Blickrichtung 4 nach Fig. 2 ist in Fig. 5 dargestellt. Hier kommt es auch an den Enden der Kanäle 3 zu kleinen Überschneidungen 11 mit den Anfängen der nächsten beiden oder mindestens eines anderen Kanals 3. Die äußeren Bohrungen können so weit außen liegen, daß ein offener Kanal gebildet wird (beispielsweise bei 12 in Fig. 9).

Eine andere vorteilhafte Form des Mischelementes ist in den Fig. 6 bis 10 dargestellt. Das Mischelement unterscheidet sich neben der Größe der Kanäle vor allem durch die Querschnittsform der Kanäle. In den Fig. 1 bis 5 ist der Kanalquerschnitt kreisförmig; in den Fig. 6 bis 10 ist er langlochförmig, d. h. der Querschnitt besteht aus zwei Halbkreisflächen und einem diese verbindenden Rechteck. Die Neigung der Kanäle 13 zur Zylinderachse ist wieder mit  $+\alpha$  und  $-\alpha$  bezeichnet, der Abstand zweier benachbarter Ebenen ist so auf den Kanalquerschnitt abgestimmt, daß sich entsprechend Fig. 10 Überschneidungen 14 an den Kreuzungsstellen ergeben. Die Überdeckung kann bis zu 40% betragen, bevorzugt ist ein Bereich bis 30%.

Die Schnittfläche des Längsschnittes nach Fig. 8 ist in der Draufsicht in Fig. 7 durch die Linie G-H angedeutet. Die Schnittfläche in Fig. 9 ist in der Seitenansicht in Fig. 6 durch die Linie E-F angedeutet. In Fig. 9 ist die langlochartige Form der Kanäle 13 zu erkennen. Bei einem Schnitt wie in Fig. 9 wird jeweils nur jede zweite Ebene, in der Kanäle liegen, dargestellt. In diesem Beispiel sind die Kanäle in dem Mischelement so angeordnet, daß bei dem gedachten Zusammenbau des Mischelementes aus einzelnen Ebenen, die ungeradzahlgigen bzw. die geradzahlgigen Ebenen so übereinander liegen,

daß auch die Kanäle übereinander liegen. Bei ähnlichen Schnitten in den Fig. 14 bzw. 16 sind die Kanäle dagegen so versetzt, daß sie vorzugsweise auf Lücke angeordnet sind. Die Mischwirkung kann dadurch noch über den Querschnitt verbessert werden.

In den Fig. 11 und 12 sind Mischelemente dargestellt, die im Gehäuse 15 rotieren. Der Einsatz besteht aus dem erfindungsgemäßen zylindrischen Mischelement 16 und dem Antriebsstummel 17. Für bestimmte Anwendungsbereiche kann die eingezeichnete Drehrichtung 18 auch umgekehrt sein. Das Spiel des Mischelementes 16 im Gehäuse 15 ist gering.

Die Kanäle sind so gebohrt, daß an einer Seite, wie in Fig. 11 schematisch angedeutet, offene Kanäle 20 entstehen, die aber an der anderen Seite über den größten Teil ihrer Länge ringsum geschlossen bleiben. In Fig. 11 sind der Deutlichkeit halber nur je 2 seitliche Bohrungen aus 2 Ebenen eingezeichnet; die üblichen Bohrungen der gleichen Ebene, sowie die kreuzenden Bohrungen der übrigen Ebenen sind weggelassen. Zwischen den seitlich liegenden offenen Kanälen 20 sind Stege 21, die infolge der Umdrehung des Mischelements wie Schneckengänge eines Extruders wirken. An der anderen Seite entstehen durch die in der Figur nicht gezeichneten offenen Bohrungen der kreuzenden Kanäle ebenfalls Stege mit der Wirkung von Schneckengängen mit gleicher Steigung. Die Drehrichtung 18 kann so gewählt sein, daß die Stege wie eine Schnecke in der Durchflußrichtung des Produktes vorwärts oder rückwärts fördern. Solche an jeder Seite gleichsinnig fördernden oder bremsenden Stege sind zweckmäßig bei kurzen Drehkörpern. Bei längeren Drehkörpern kann es zweckmäßig sein, an jeder Seite jeweils die äußersten Kanäle der gleichen Schar parallel verlaufender Bohrungen als offene Kanäle auszubilden. Dann fördert der Mischer an einer Seite vorwärts, an der anderen rückwärts, was eine Zellenbildung mit entsprechender Rückvermischung ergibt. Die Länge eines rotierenden Mischelementes ist vorteilhafterweise länger als der doppelte Durchmesser des Elementes. Die äußeren Kanäle sollen vorteilhafterweise so angeordnet sein, daß sich am Umfang schräge Stege wie bei einer Schnecke ergeben, wobei der Restquerschnitt des offenen Kanals an der tiefsten Stelle mindestens 50%, vorzugsweise 50 bis 66% des Querschnittes der übrigen im Inneren des Körpers verlaufenden Kanäle ist.

In den Fig. 13 bis 16 sind wiederum zylindrische Mischelemente dargestellt, die sich von den Mischelementen in den Fig. 1 bis 12 dadurch unterscheiden, daß die zylindrischen bzw. schlitzförmigen Kanäle 23, 24 versetzt bzw. gestaffelt angeordnet sind. Bei Schnitten wie in den Fig. 9, 14 und 16, die senkrecht zu einer Schar der Kanäle in dem Mischelement verlaufen, kann die Lage der Kanäle 12, 13, 23, 24 so zueinander sein, daß sie in dieser Schnittdarstellung wie in einem rechteckigen Gitter (Fig. 9) oder aber auch wie in einem schiefwinkeligem Gitter (Fig. 14, 16) angeordnet sind. Die Anordnung auf Lücke ist dabei besonders bevorzugt. Die Überdeckung benachbarter Kanäle an den Kreuzungsstellen ist auch bei einem solchen "schiefwinkelligen" Gitter notwendig.

Hierzu 4 Blatt Zeichnungen



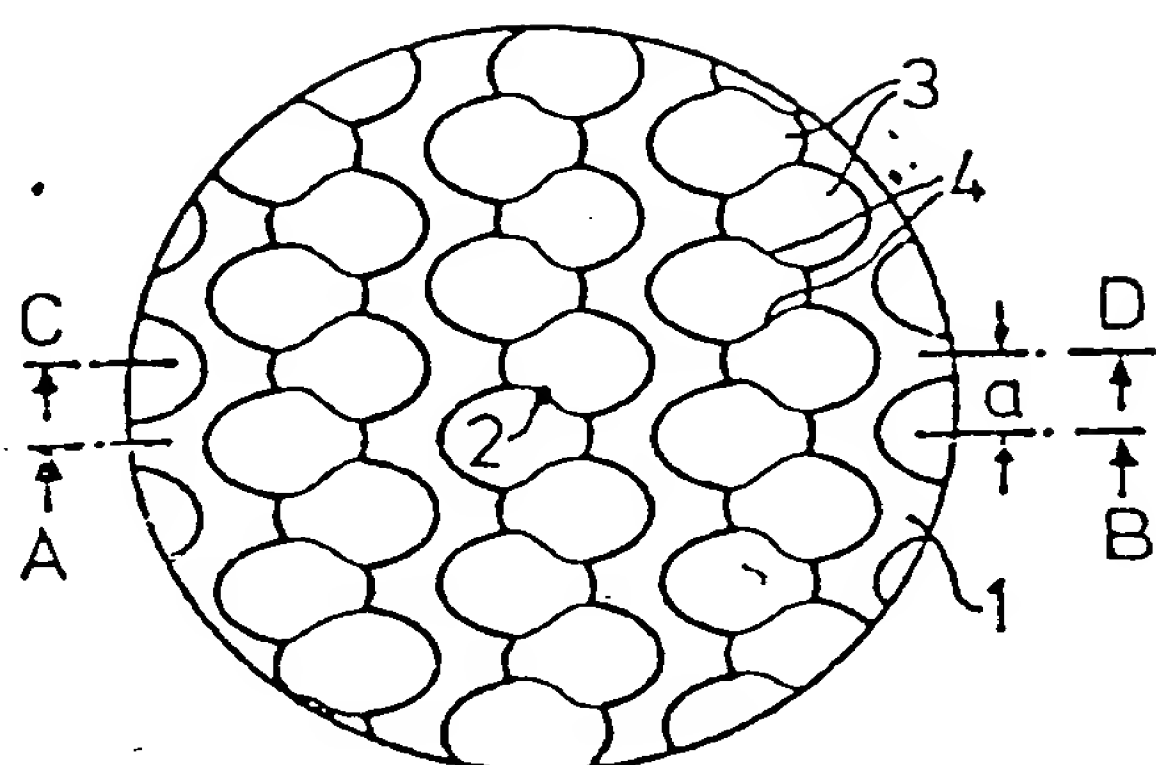


FIG. 1

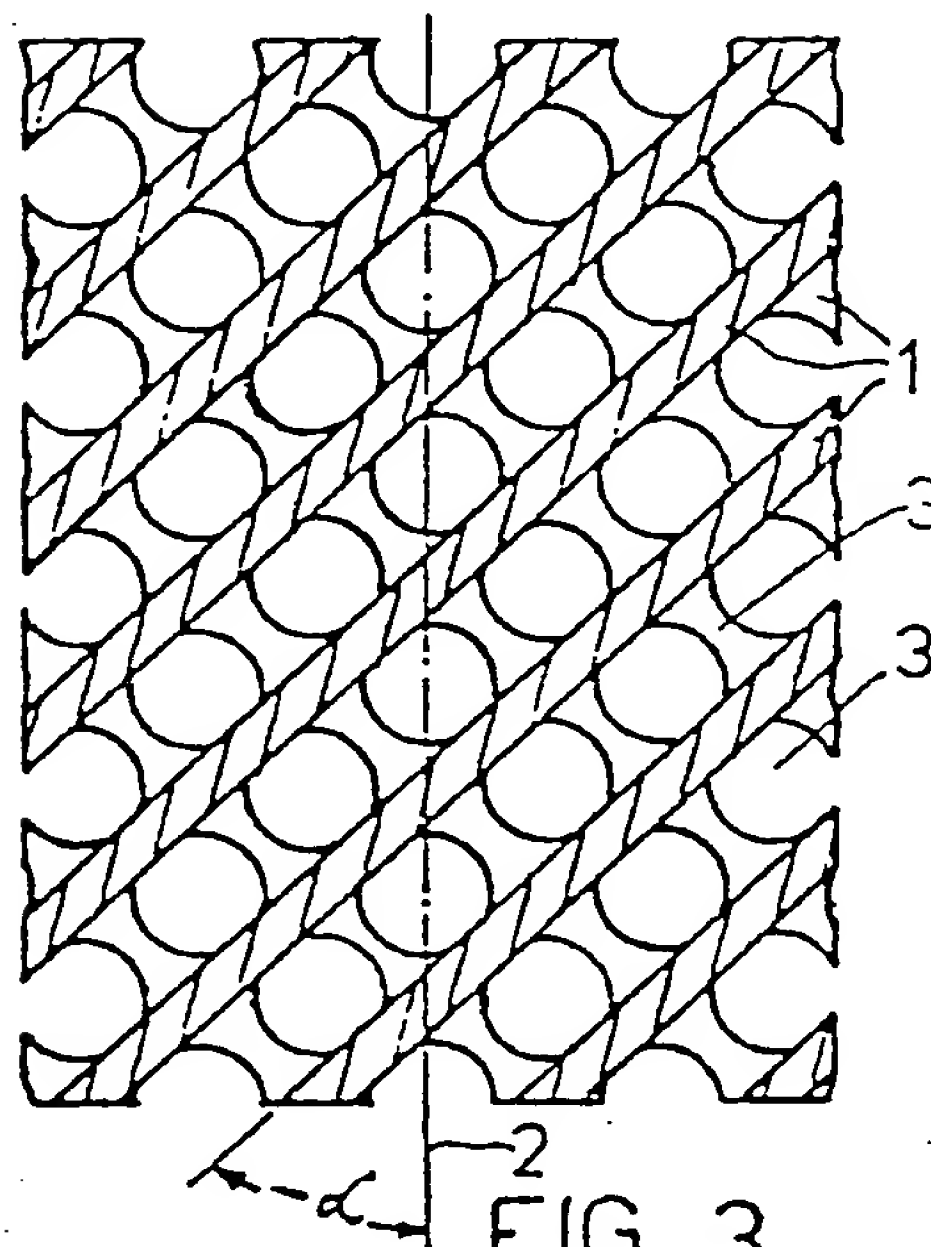


FIG. 3

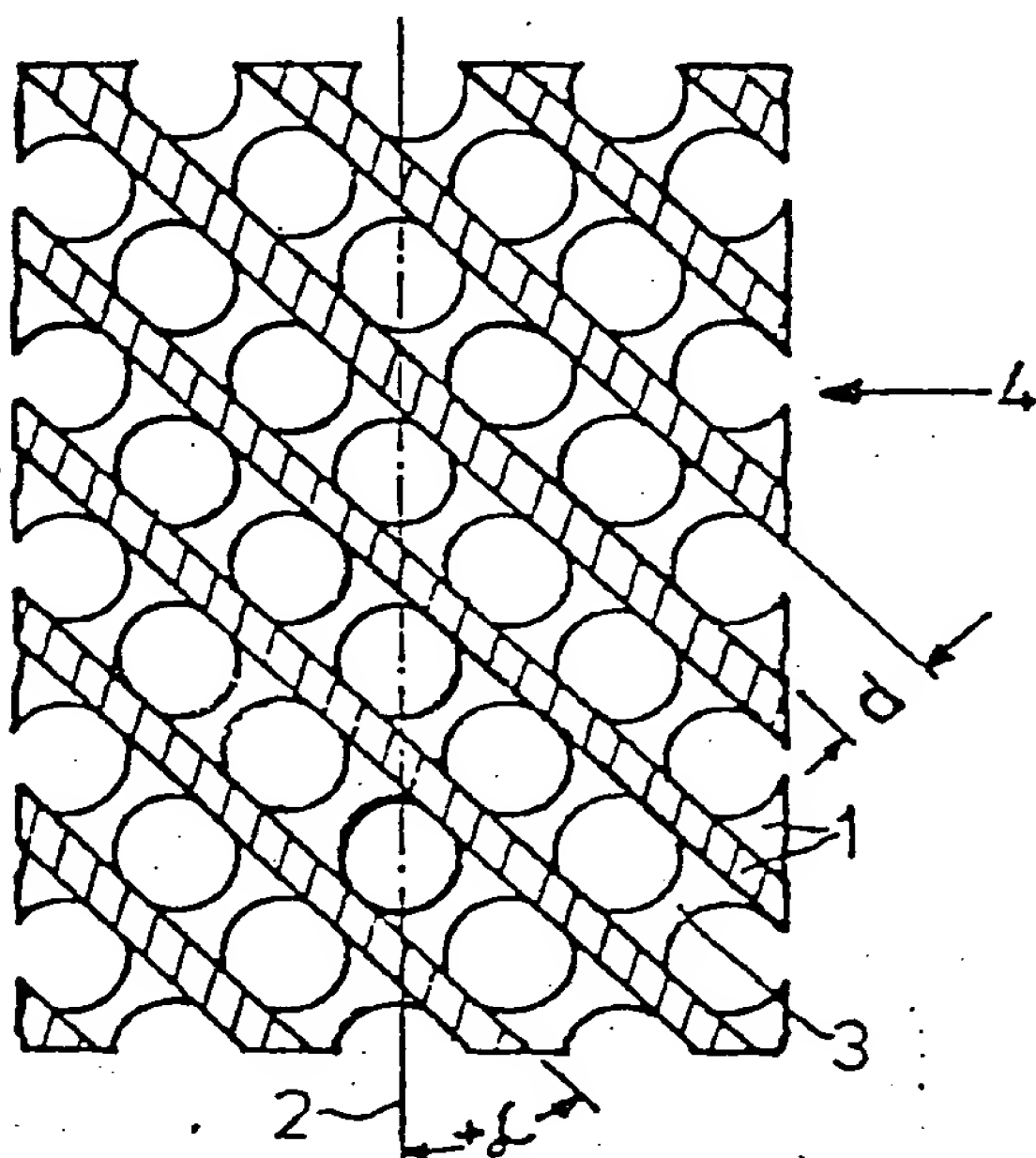


FIG. 2

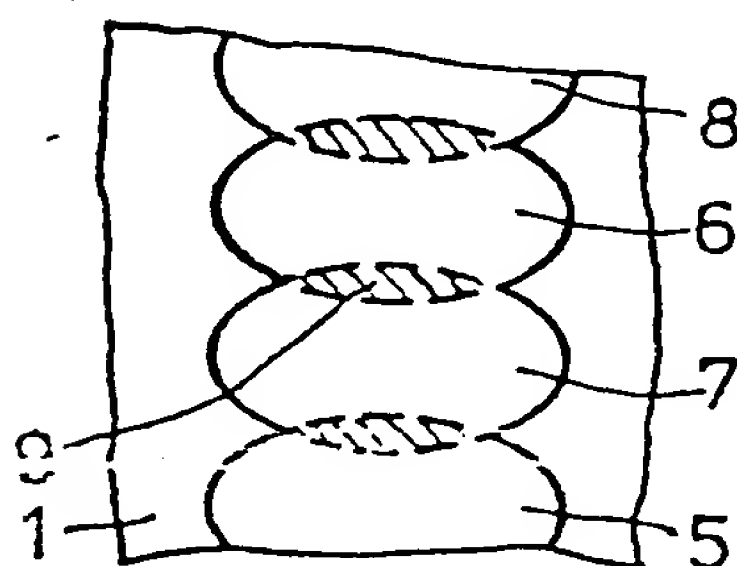


FIG. 4

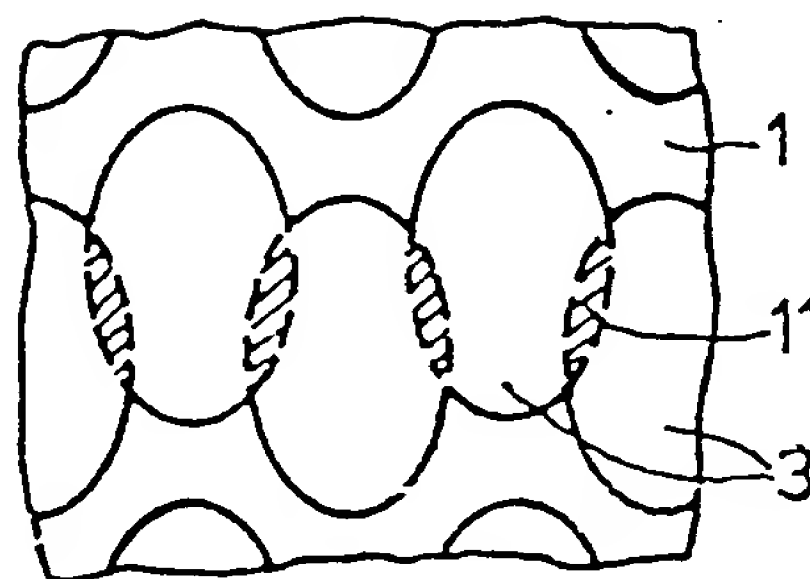


FIG. 5

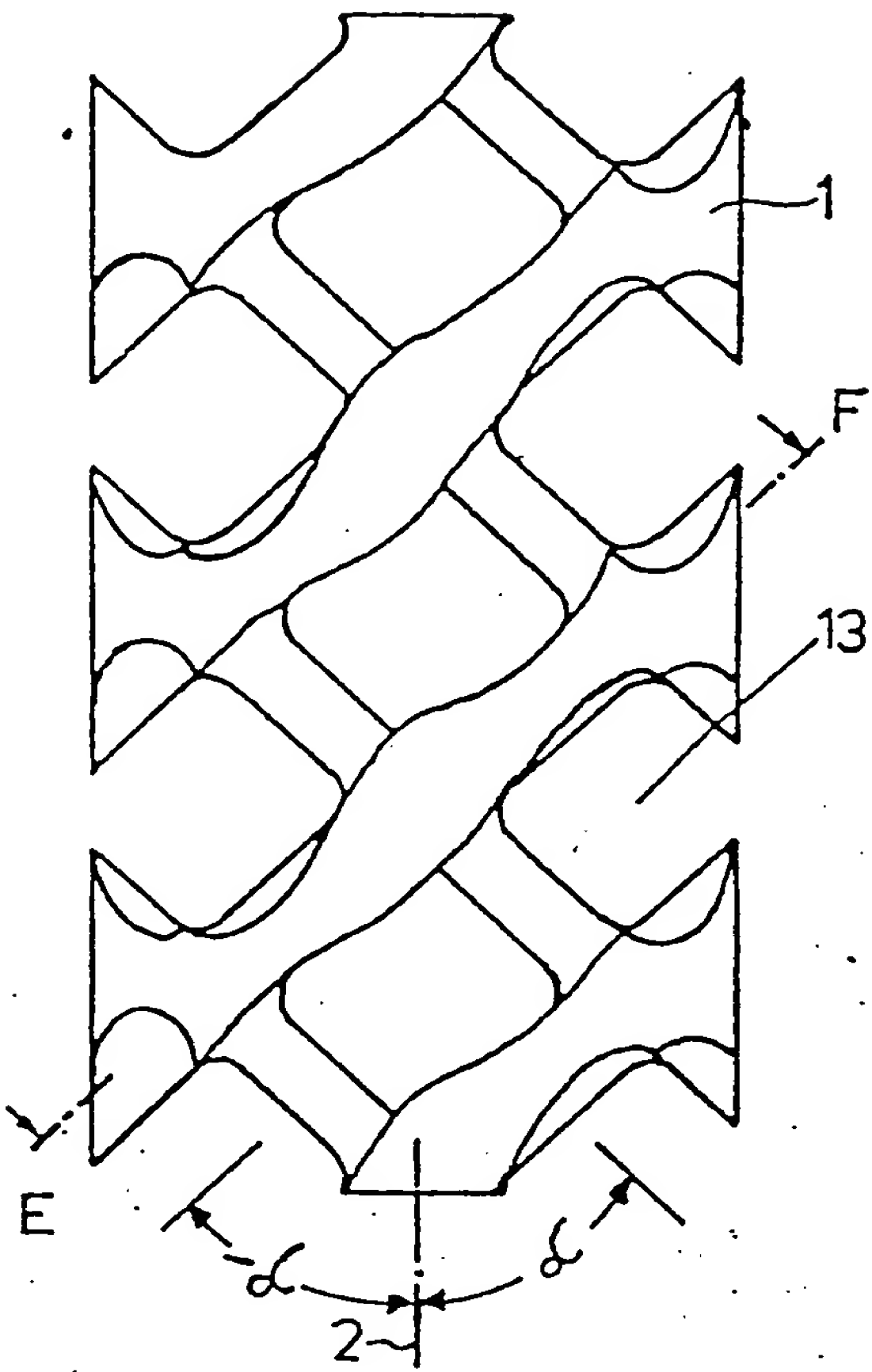


FIG. 6

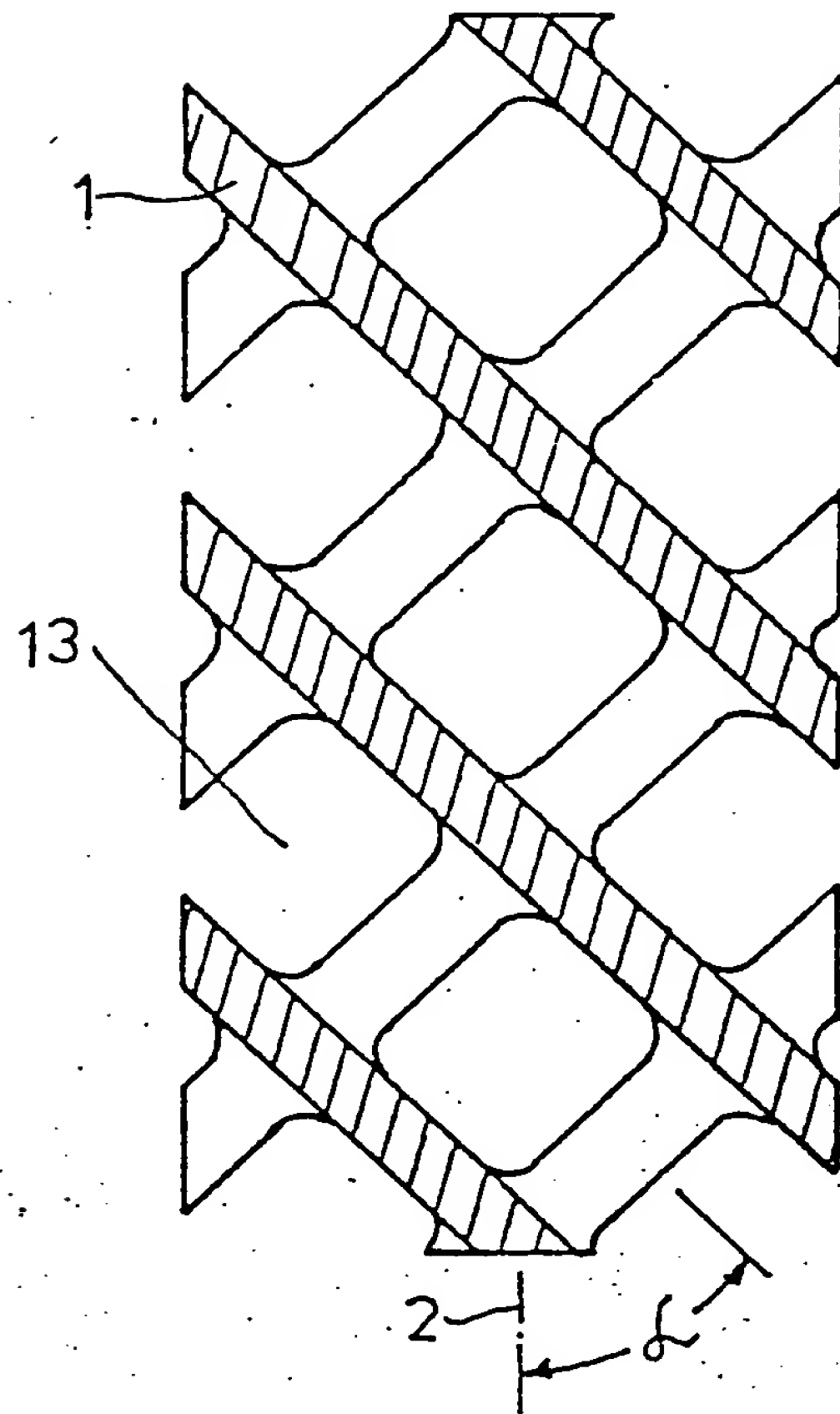


FIG. 8

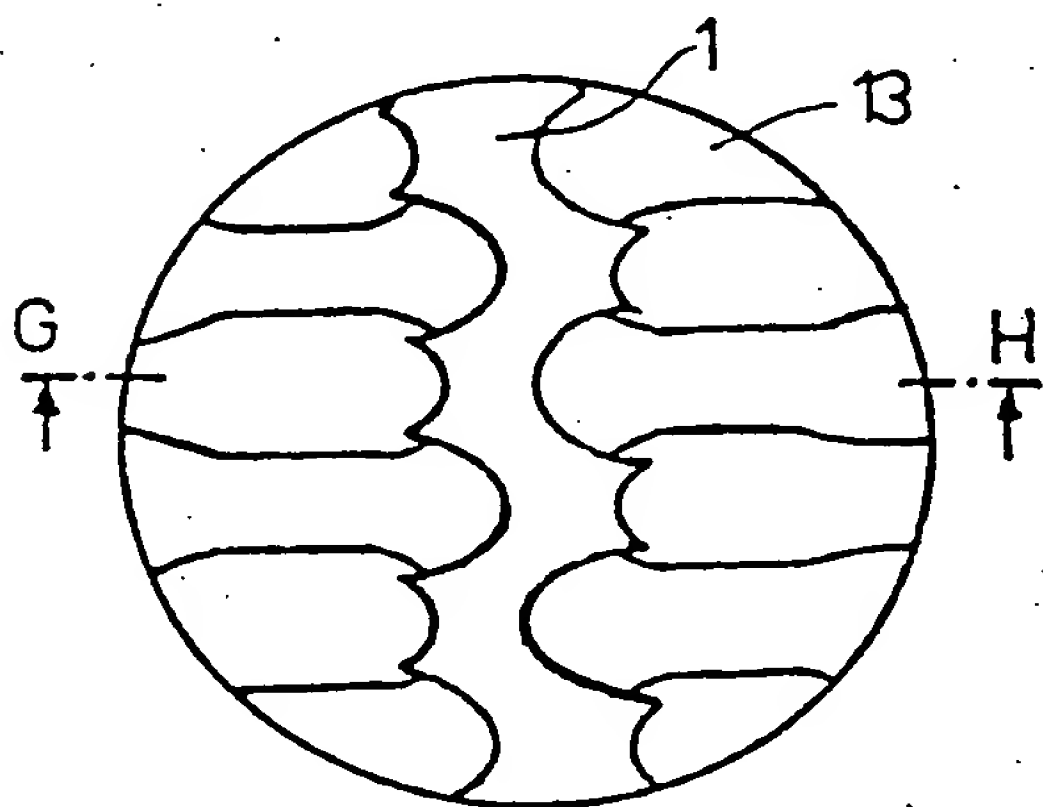


FIG. 7

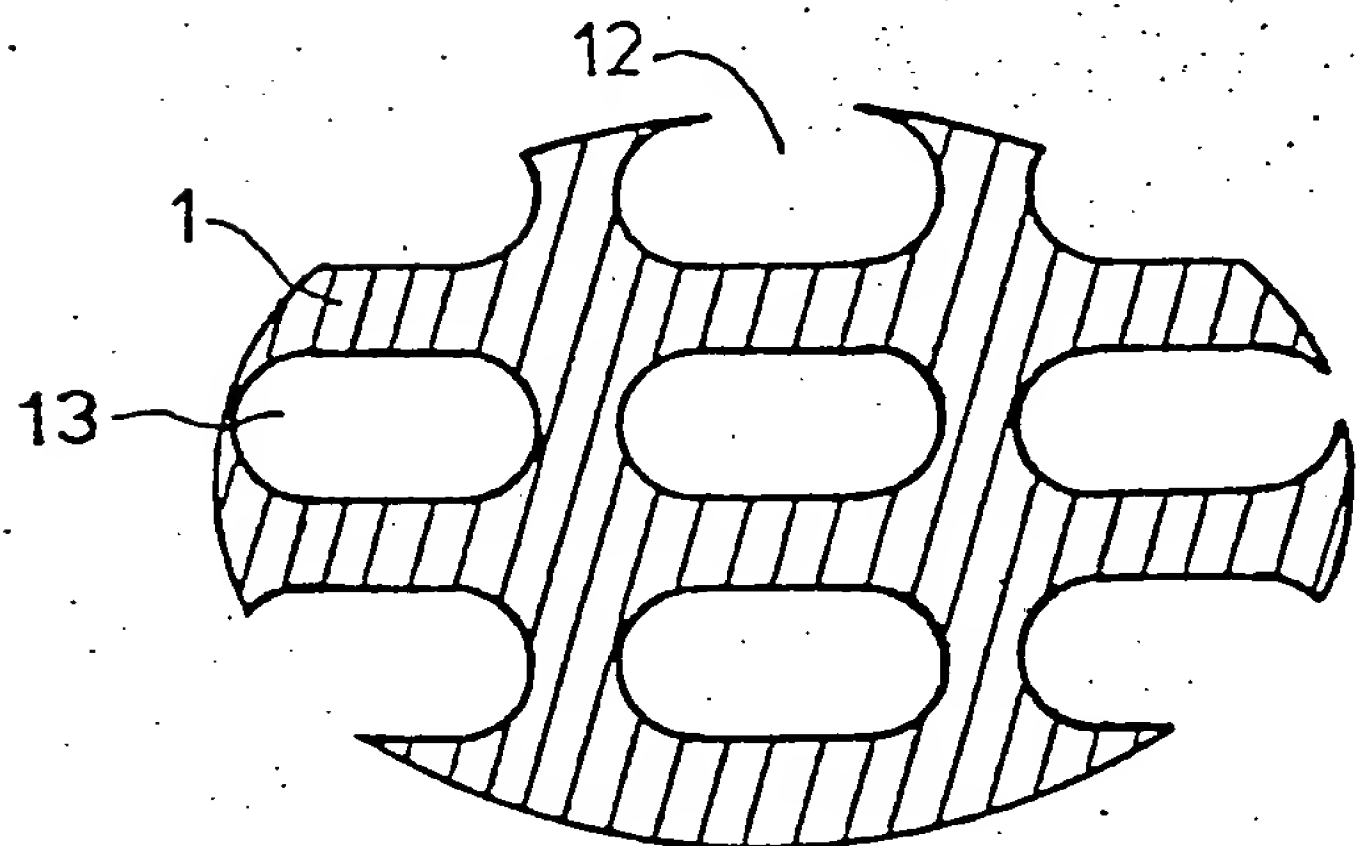


FIG. 9

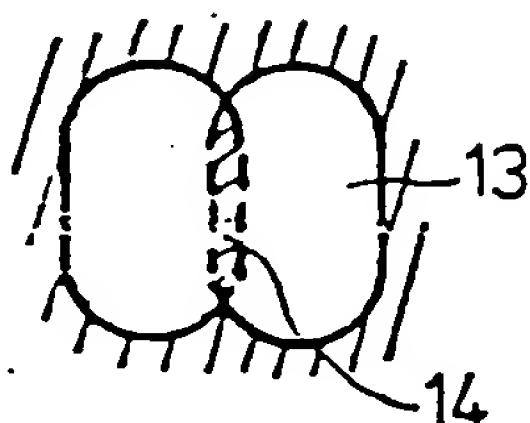


FIG. 10

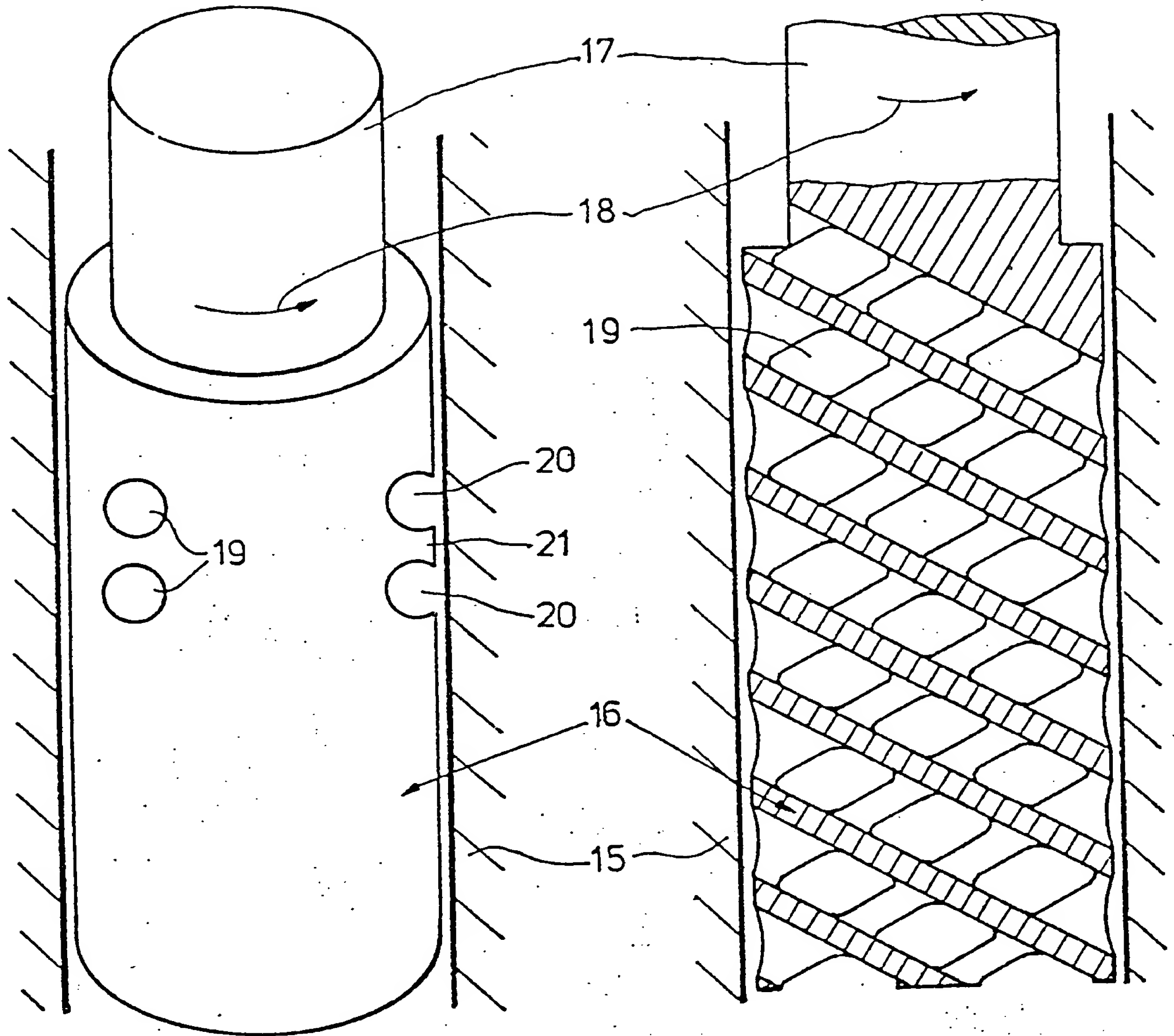


FIG. 11

FIG. 12

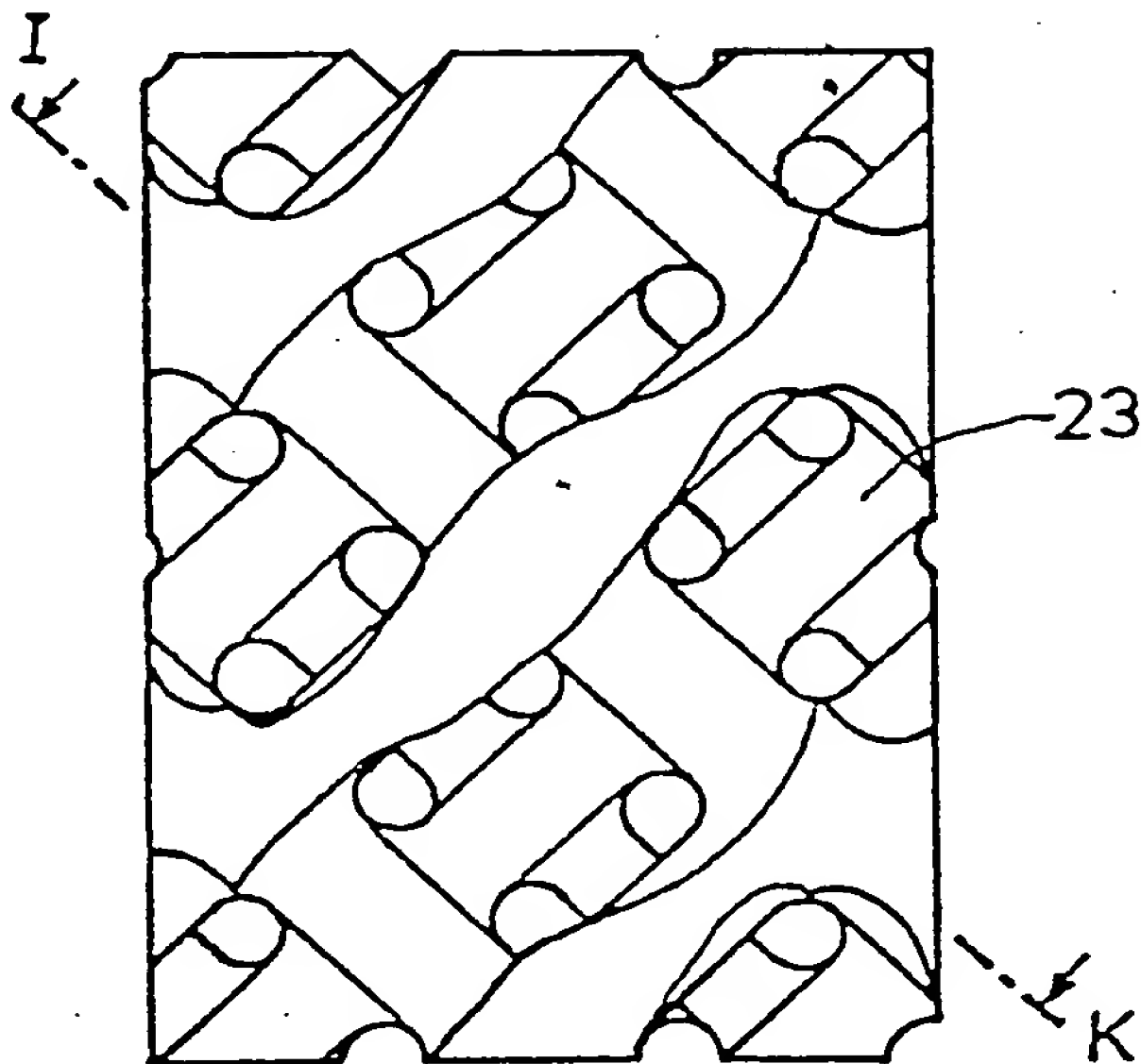


FIG. 13

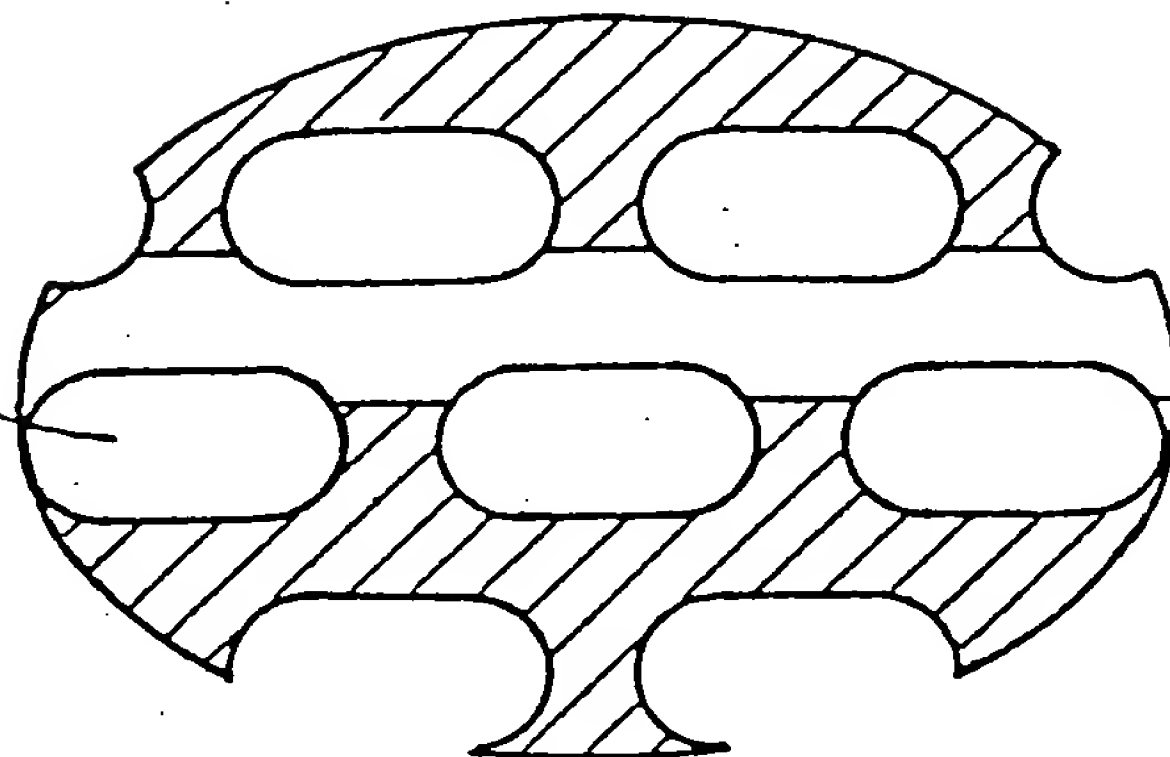


FIG. 14

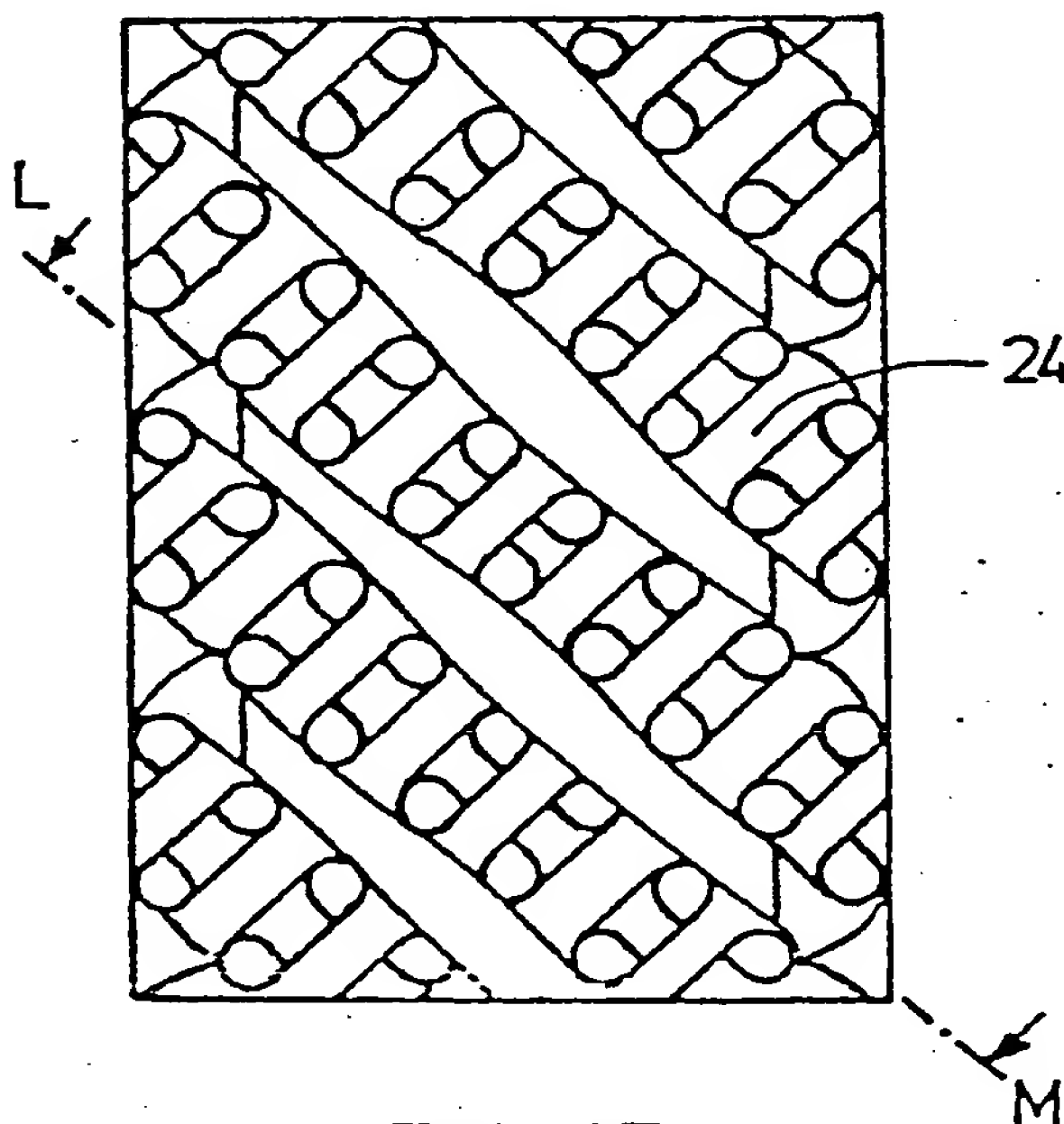


FIG. 15

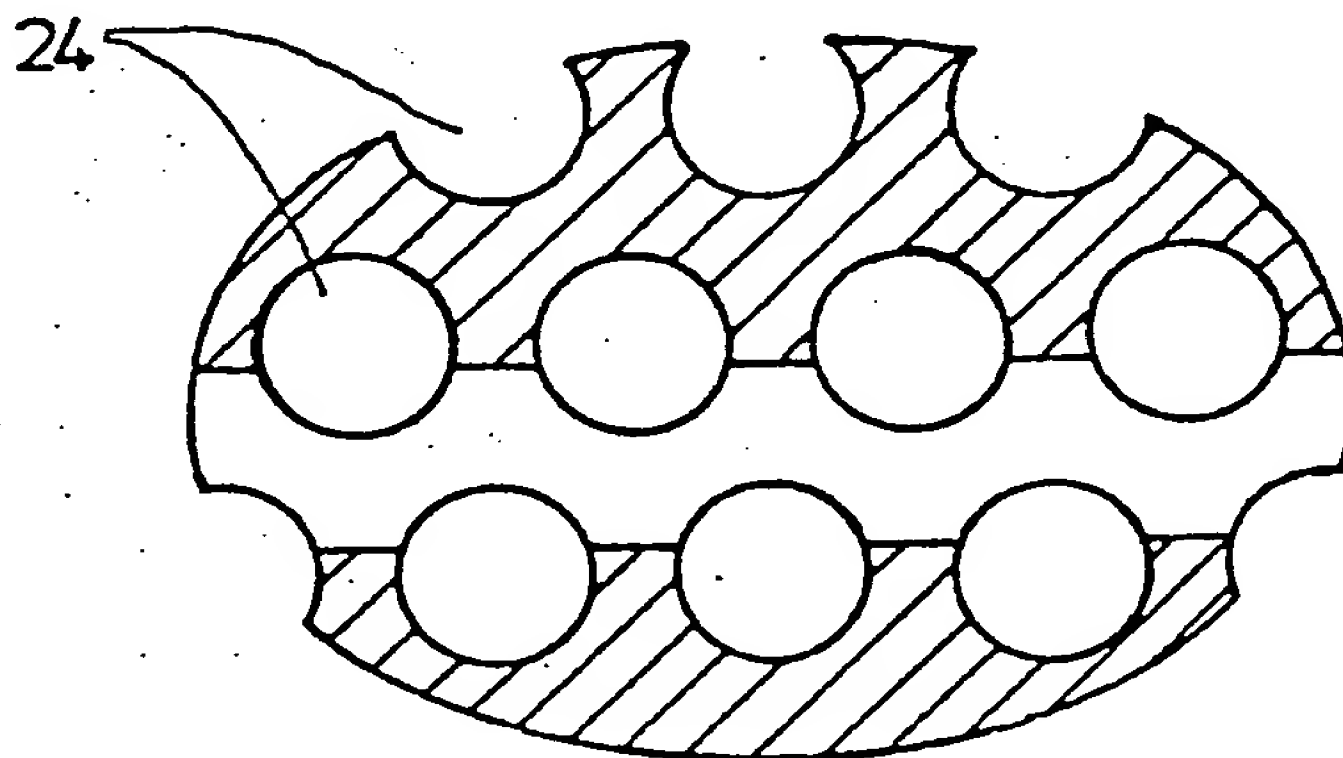


FIG. 16